

DERWENT-ACC-NO: 2002-420494

DERWENT-WEEK: 200245

COPYRIGHT 2006 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Composite core for **inductor**, has inner leg formed by mixing two types of **soft magnetic metal powders** having different grain sizes and binding liquid

PATENT-ASSIGNEE: TOP DENSHI KK[TOPDN]

PRIORITY-DATA: 2000JP-0243506 (August 11, 2000)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 2002057039 A	February 22, 2002	N/A	008	H01F027/255

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2002057039A	N/A	2000JP-0243506	August 11, 2000

INT-CL (IPC): B22F001/00, B29C045/00, C22C033/02, H01F001/22, H01F001/37, H01F003/08, H01F027/24, H01F027/255, H01F041/02

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2002057039A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - Inner leg of a ferrite core (13) is formed by mixing two types of soft magnetic **metal powders** (A,B) having different grain sizes and binding liquid and casting the mixed slurry. Particle size distribution of powder A' is 5 times or more than that of powder B'. Compounding ratio of powders A' and B' is set in the range of 15-60%.

USE - Composite core for inductor such as choke coil for electric circuit and transformer.

ADVANTAGE - Increases saturation magnetic flux density of the core, reduces magnetic permeability, increases the number of windings, controls inductor loss and increases inductance value.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the composite core.

Ferrite core 13

CHOSEN-DRAWING: Dwg.7/7

TITLE-TERMS: COMPOSITE CORE **INDUCTOR** INNER LEG FORMING MIX TWO TYPE **SOFT**
MAGNETIC METAL POWDER GRAIN SIZE BIND LIQUID

DERWENT-CLASS: L03 M22 P53 V02

CPI-CODES: L03-B02A; L03-B02C; M22-H02; M22-H03B; M22-H03G;

EPI-CODES: V02-A02B2; V02-G01A; V02-G01C; V02-G02A2;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C2002-119313

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2002-330775

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-57039
(P2002-57039A)

(43) 公開日 平成14年2月22日 (2002.2.22)

(51) IntCl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
H 0 1 F 27/255		B 2 2 F 1/00	Y 4 F 2 0 6
B 2 2 F 1/00		C 2 2 C 33/02	L 4 K 0 1 8
C 2 2 C 33/02		H 0 1 F 1/22	5 E 0 4 1
H 0 1 F 1/22		1/37	5 E 0 6 2
1/37		3/08	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-243506(P2000-243506)

(22) 出願日 平成12年8月11日 (2000.8.11)

(71) 出願人 000110240

日立フェライト電子株式会社
鳥取県鳥取市南栄町26番地1

(72) 発明者 下田 康生

鳥取県鳥取市南栄町26番地1 日立フェ
ライト電子株式会社内

(72) 発明者 但井 智明

鳥取県鳥取市南栄町26番地1 日立フェ
ライト電子株式会社内

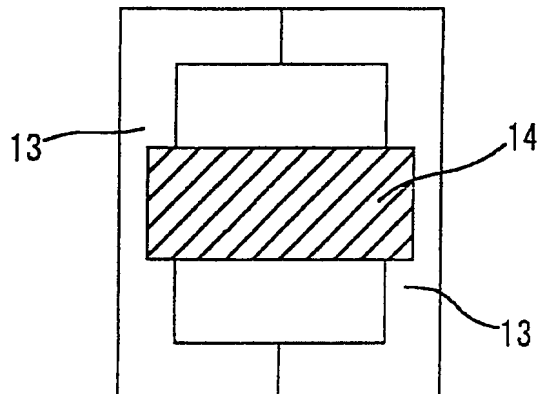
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合磁芯

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、低透磁率、高飽和磁束密度を有し、更に巻線に発生する渦電流損失を低減した磁芯の提供を目的とする。

【構成】 本発明は、フェライトからなる日字型磁芯13の中脚部分を軟磁性金属粉末と結合材を混合、成型してなる棒状磁芯14により構成する複合磁芯であり、前記棒状磁芯は、注型法、射出成型法、プレス成型法により作製される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の軟磁性材料を組み合わせて構成される日字型複合磁芯において、該磁芯の中脚部分を構成する磁性材料として、粒径の異なる二種類の軟磁性金属粉末A、Bと液状の結合材を混合していったんスラリー状とした後、中脚部分に注型して、前記結合材を硬化させることにより成型される粉末樹脂成型磁芯を用い、日字型磁芯の残りの部分を構成する軟磁性材料を軟磁性焼結フェライトとし、前記粉末Aの粒度分布の最頻値が粉末Bのその5倍以上であり、かつ、粉末Aと粉末Bの配合比が粉末Aと粉末Bの体積の和全体に対する粉末Bの体積百分率が15%以上60%以下であることを特徴とする日字型複合磁芯。

【請求項2】 複数の軟磁性材料を組み合わせて構成される日字型複合磁芯において、該磁芯の中脚部分を構成する磁性材料として、粒径の異なる二種類の軟磁性金属粉末A、Bと樹脂粉末を混合して金型中に射出成型することにより成型される粉末樹脂成型磁芯を用い、日字型磁芯の残りの部分を構成する軟磁性材料を軟磁性焼結フェライトとし、前記粉末Aの粒度分布の最頻値が粉末Bのその5倍以上であり、かつ、粉末Aと粉末Bの配合比が粉末Aと粉末Bの体積の和全体に対する粉末Bの体積百分率が15%以上60%以下であることを特徴とする日字型複合磁芯。

【請求項3】 複数の軟磁性材料を組み合わせて構成される日字型複合磁芯において、該磁芯の中脚部分を構成する磁性材料として、軟磁性金属粉末と無機又は有機結合材を混合して加圧成型した圧粉磁芯を用い、日字型磁芯の残りの部分を構成する軟磁性材料として、軟磁性焼結フェライトを用いることを特徴とする日字型複合磁芯。

【請求項4】 中脚部分に用いる粉末樹脂成型磁芯又は圧粉磁芯と軟磁性焼結フェライトの間を接合する接着剤として、軟磁性金属粉末を混合した樹脂を使用することを特徴とする請求項2及び請求項3に記載の日字型複合磁芯。

【請求項5】 使用する軟磁性金属粉末のうち少なくとも一種類が非結晶質合金粉末であることを特徴とする請求項1から請求項4に記載の日字型複合磁芯。

【請求項6】 使用する軟磁性金属粉末のうち少なくとも一種類がナノスケール微結晶を析出する超微結晶軟磁性合金であることを特徴とする請求項1から請求項4記載の日字型複合磁芯。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電気回路に用いられるチョークコイル、トランス等のインダクタ用磁芯に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、スイッチング電源に用いられる主

トランス、チョークコイル等のインダクタ用磁芯としては、Mn-Zn系フェライト磁芯が広く用いられてきた。このフェライト磁芯の形状としては個々の磁芯を組み合わせた全体が日字型となるものが一般的であり、日の字の中棒部分（通例中脚と呼称）に発生する磁束が磁芯外側の二本の外脚に分流する構成となっている。全体を構成する個々の磁芯の形状により、EE、EI、EE R、EIR、PQ、RM、EPC、LP等と細分化されて呼称されている。これらの磁芯は、中脚が貫挿する樹脂製ボビンを別に用意し、このボビンに巻線して使用することが一般的である。

【0003】RCC方式（フライバック方式）主トランス、平滑チョークコイル、高調波対策用チョークコイル（PFCチョークコイル）等の比較的インダクタンスが低く大きな電流が流れる用途のインダクタの場合、フェライト磁芯の中脚部分の中央に隙間（いわゆるギャップ）を設けることにより透磁率を下げて磁芯の磁気飽和を防止している。ギャップがない場合のフェライト磁芯の場合、透磁率は通常数千あるが、ギャップを設けることにより、電流に対する磁気飽和が抑制され、透磁率は30～300程度に低下する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】尚、ギャップを設けたフェライト磁芯の場合、次の問題点が指摘されている。

（1）ギャップを設けることにより磁芯外部に磁束が漏れ出し、この漏れ磁束が巻線部分の銅線表面に渦電流を発生させる。次項に述べるリッツ線を使用しない場合、この巻線部分の渦電流損失が、磁芯内部に発生する鉄損と銅線自身の抵抗による銅損の合計損失に匹敵するほど大きくなり、インダクタの温度上昇が著しく使用に耐えなくなる。

（2）前項の漏れ磁束による巻線部分の渦電流損失対策として、線径の細い銅線を多数本束ねたいわゆるリッツ線が使用される。しかしリッツ線は単線に比べてかさばりやすくコイル巻回数の低下を招き、その結果、同一のインダクタンス値を得るためには単線の場合に比べ、より大きいサイズの磁芯を採用する必要がある。また、リッツ線は単線に比べコスト高である。

【0005】また、フェライトは珪素鋼板、アモルファスリボン等の他の軟磁性材料に比べ磁芯損失（鉄損）が著しく低いという優れた特徴がある。しかし、上述したようにギャップを設けた場合は、上記の漏れ磁束による巻線部分での渦電流損失のために、その利点を十分に生かすことができなかった。更に、フェライトは金属酸化物物からなるため、金属系の軟磁性材料に比べ、本質的に飽和磁束密度が低く、磁氣的に飽和しやすいという欠点を持っている。このためフェライト磁芯は、金属系の軟磁性材料からなる磁芯よりも磁芯の断面積を増やして磁気飽和を防止しなければならず、結果的に磁芯の体積の増大を招いていた。本発明は以上のことを鑑み、低透磁

率、高飽和磁束密度を有し、更に巻線に発生する渦電流損失を低減した磁芯の提供を目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、複数の軟磁性材料を組み合わせ構成される日字型複合磁芯において、該磁芯の中脚部分を構成する磁性材料として、粒径の異なる二種類の軟磁性金属粉末A、Bと液状の結合材を混合していったんスラリー状とした後、中脚部分に注型して、前記結合材を硬化させることにより成型される粉末樹脂成型磁芯を用い、日字型磁芯の残りの部分を構成する軟磁性材料を軟磁性焼結フェライトとし、前記粉末Aの粒度分布の最頻値が粉末Bのその5倍以上であり、かつ、粉末Aと粉末Bの配合比が粉末Aと粉末Bの体積の和全体に対する粉末Bの体積百分率が15%以上60%以下の日字型複合磁芯である。

【0007】また本発明は、複数の軟磁性材料を組み合わせ構成される日字型複合磁芯において、該磁芯の中脚部分を構成する磁性材料として、粒径の異なる二種類の軟磁性金属粉末A、Bと樹脂粉末を混合して金型中に射出成型することにより成型される粉末樹脂成型磁芯を用い、日字型磁芯の残りの部分を構成する軟磁性材料を軟磁性焼結フェライトとし、前記粉末Aの粒度分布の最頻値が粉末Bのその5倍以上であり、かつ、粉末Aと粉末Bの配合比が粉末Aと粉末Bの体積の和全体に対する粉末Bの体積百分率が15%以上60%以下の日字型複合磁芯である。

【0008】また本発明は、複数の軟磁性材料を組み合わせ構成される日字型複合磁芯において、該磁芯の中脚部分を構成する磁性材料として軟磁性金属粉末と無機又は有機結合材を混合して加圧成型した圧粉磁芯を用い、日字型磁芯の残りの部分を構成する軟磁性材料として、軟磁性焼結フェライトを用いる日字型複合磁芯である。

【0009】また本発明は、中脚部分に用いる粉末樹脂成型磁芯又は圧粉磁芯と軟磁性焼結フェライトの間を接合する接着剤として、軟磁性金属粉末を混合した樹脂を使用する日字型複合磁芯である。

【0010】また本発明は、使用する軟磁性金属粉末のうち少なくとも一種類が非結晶質合金粉末、ナノスケール微結晶を析出する超微結晶軟磁性合金からなる日字型複合磁芯である。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明は、従来の技術で述べたフェライト磁芯の欠点を補うために、日字型磁芯の中脚部分を軟磁性金属粉末と結合材を混合、成型した棒状磁芯により構成したものである。棒状磁芯の成型方法としては、磁性粉末と樹脂の混合物をいったん液状化した後、中脚部分に注型して硬化させる注型法、金型中に射出成型することにより成型する射出成型法、金型中に磁性粉末と有機物又は無機物からなる結合材の混合物を充填し

加圧して圧粉磁芯を成型するプレス成型法のいずれかが用いられる。

【0012】本発明は、従来のフェライト磁芯で漏れ磁束の発生源となっていたギャップを除去し、代わりに透磁率が25～120程度の軟磁性金属粉末磁芯を中脚に使用している。ギャップを構成する空気の透磁率は1であり、それに比べれば透磁率ははるかに高い磁芯をギャップの代わりに用いることで漏れ磁束を大幅に減らしている。この結果、従来必須であったリッツ線を単線に置き換えても巻線部分で発生する渦電流損失が大きく増加することはなく、また、軟磁性金属粉末磁芯はフェライトに比べれば大幅に透磁率が低く、該磁芯部分の影響により磁芯全体としての透磁率は大きく低下し、大電流用インダクタ用途に好適となる。

【0013】更に、軟磁性金属材料はフェライトに比べ少なくとも約2倍程度の飽和磁束密度を有するため、中脚がフェライトからなる場合に比べて中脚の断面積を約1/2まで削減しても磁気飽和を起こさない。このため巻線部分の断面積（いわゆる巻棒面積）を広くとることができ、結果として巻線巻回数の増によるインダクタンスの増大、巻線径の太径化による巻線抵抗の低減により銅損の削減を実現できる。

【0014】

【実施例】（実施例1）実施例1は、中脚部分に使用する粉末樹脂成型磁芯を以下の注型法により作製した。粉体AとしてB、Si等を複合添加した組成の軟磁性非晶質合金の水アトマイズ粉末（以下粉体A-1）を、粉体Bとしてセンダスト組成の水アトマイズ微細粉末（以下粉体B-1）を用いる。粉体A-1は400℃で熱処理し、粉体B-1は550℃で熱処理している。粉体A-1の粒度分布を図1に示す。粒度分布はレーザー散乱法により測定した。この粉体A-1の粒度の最頻値は44～62μmのランクにあり、この中央値53μmを粉体A-1の最頻値とする。以下、この方法により各粉体の粒度最頻値を算出した。粉体B-1の粒度分布を図2に示す。最頻値は5.5～7.8μmのランクにあり、中央値6.7μmを粉体B-1の最頻値とする。粉体A、Bの最頻値粒径の比率は7.9である。尚、結合材としては無溶剤ワニス（スチレン重合不飽和ポリエステル系）を使用した。

【0015】乳鉢中に粉体A-1及びB-1を所定量入れて攪拌したものに、上記無溶剤ワニスを少量ずつ添加しては攪拌することを繰返し、混合物がスラリー状となり流動を開始するまで無溶剤ワニスを添加しその添加重量を記録した。このスラリーを5分間真空脱泡したのち、粉末樹脂硬化磁芯単体での磁気特性を確認するため外径26φmmのトロイダル形状のプラスチックケースに注入し120℃×3Hで加熱硬化させた。ケースの内容積寸法は外径24φ、内径13.5φ、高さ6.6H mmである。注入したスラリー重量とケース内容積から

スラリー密度を計算し、更に粉体重量と結合材添加量から磁芯の占積率を計算した。

【0016】上記より得られた前記トロイダル磁芯に0.8φの線材で巻線を施し、LCRメーターにより100kHzにおける透磁率を測定した。また、B-Hアナライザーにより100kHz、50mTにおける磁芯損失を測定した。また各磁性材料個別の飽和磁束密度に体積百分率を掛けた総和を合成飽和磁束密度とし、これに占積率を掛けたものを得られた磁芯の合成飽和磁束密度とみなした。

【0017】粉体A(A-1)と粉体B(B-1)の配合比を変えてトロイダル磁芯を作製し、各種磁気特性を測定した結果を表1に示す。表中には比較のためにFe-Al-Si系圧粉磁芯の値も表示した。粉体Bの配合比が25vol%のとき、占積率、透磁率は最大、粉体Bの配合比が20%のとき磁芯損失は最小となり、粉体A、Bそれぞれの単一構成の場合に比べ大幅に磁気特性が改善されている。この結果から、以下の複合磁芯作製には粉体B配合比が25%のものを使用することにした。

【0018】

【表1】

	試料 No.	粉体B 配合比 (vol%)	トロイダルコア特性			
			占積率 (%)	透磁率 μ_i	磁芯損失* $P_c(kW/m^3)$	飽和磁束密度 $B_s(mT)$
比較例	1-1	0	68.8	24.5	311	900
	1-2	10	72.0	31.6	257	910
	1-3	20	77.0	43.6	196	950
本発明	1-4	25	80.2	47.1	199	980
	1-5	30	78.3	42.6	223	950
	1-6	45	76.4	38.3	262	890
	1-7	60	73.9	34.1	280	830
	1-8	70	68.8	25.5	353	750
比較例	1-9	100	62.1	16.4	508	620
	従来例	Fe-Al-Si 合金圧粉磁芯	89.7	92.0	230	900

* 磁芯損失：100kHz, 50mT

【0019】上記実施例に対する更なる比較例を以下に述べる。粉体Aとしては上記実施例の粉体A-1をフルイ(#440メッシュ)で分級し、通過した細粉を用いた。粒度最頻値は26.5μmである。粉体Bとしては前述のB-1を用いた。粉体AとBの最頻値粒径比率は4.0である。実験の手順は上記実施例と同様である。評価結果を表2に示す。粒度最頻値の比率が5未満であると占積率の改善効果は小さくなり、最適な磁気特性は得られなくなる。

【0020】

【表2】

	試料 No.	粉体B 配合比 (vol%)	トロイダルコア特性			
			占積率 (%)	透磁率 μ_i	磁芯損失* $P_c(kW/m^3)$	飽和磁束密度 $B_s(mT)$
比較例	1-3x	20	72.8	31.9	270	900
	1-4x	25	74.7	33.6	252	910
	1-5x	45	73.2	29.5	293	850
従来例	Fe-Al-Si 合金圧粉磁芯		89.7	92.0	230	900

* 磁芯損失：100kHz, 50mT

【0021】次に、上記にて選択したスラリー(本発明1-4)とフェライト磁芯を組み合わせた日字型の複合磁芯を下記の要領で作製した。使用するフェライト磁芯はいわゆるEE型のMn-Zn系フェライトであり、外形寸法は28×21.5×11mmである。この磁芯の中脚部分を切除して、該中脚切除部分を粉末成型磁芯で構成した。図3に示す(c)及び(d)が日字型磁芯11の中脚全体を粉末成型磁芯14で構成し、他の磁芯部分はフェライト磁芯13からなる。また、比較例として、中脚の一部を粉末成型磁芯14で構成した

(b)、中脚を含め更に外脚以外を粉末成型磁芯14で構成した(e)、ギャップ12を設けたフェライト磁芯13のみで構成した日字型磁芯(a)、粉末成型磁芯14のみで構成した日字型磁芯(f)も併せて作製した。

【0022】図4は上記磁芯の図3(d)の作製方法を説明したものであり、巻線15が施されたEE形状磁芯用ボビン16と中脚を切除したフェライト磁芯13を完成形状である日字型磁芯の対応位置に配置し、薄い樹脂板17をボビン16とフェライト磁芯13の間に貼付けてスラリーを注型する凹部18を形成、これに本発明1-4(粉体B：25vol%)のスラリー19をフェライト磁芯13と同じ高さまで注型し硬化させた。硬化

後、直流重量特性(透磁率-バイアス磁界)、磁芯損失 P_c を測定した。該磁芯損失は先に述べた漏れ磁束により巻線部分に発生する渦電流損失も含まれており、その影響を確認するため磁芯損失の測定は、巻線の線径0.55φ単線、線径0.12φの線を束ねたリッツ線の2通りの巻線仕様で測定した。直流重量特性の測定は線径の影響を受けないので、0.55φ単線による巻線で実施。尚、透磁率、磁芯損失の計算は、磁芯断面積：89mm²、磁芯磁路長：49.6mmとして計算した。

【0023】図5に、図3で示した各磁芯構成の直流重量特性を示す。(a)のギャップ付フェライト磁芯に比べて、中脚全体を軟磁性金属粉末磁芯で構成した本発明の(c)、(d)はバイアス磁界0A/m近傍での透磁率が高く、かつ、高いバイアス磁界領域でも透磁率は急減しない。インダクタンスとして大電流時のインダクタンスが急減しないことは、電源回路の半導体素子の発生ノイズと損失を減らす上で好適である。また、電流ゼロ付近でのインダクタンスが高くなるいわゆるスイング性を有することは、負荷電流変動の大きい電源回路用チョークコイルに最適である。なお、バイアス磁界が2000~4000A/mの範囲での透磁率がフェライトのみで構成し

た(a)より劣るが、これは後で述べるように巻数を増やすことにより対応することが可能である。

【0024】表3に図3で示した各磁芯構成の磁芯損失値を示す。測定条件は100kHz、50mTであり、この条件での透磁率(振幅比透磁率 μ_a)も合わせて示す。中脚全体を軟磁性金属粉末磁芯で構成した(c)、(d)は単線使用でも(a)のフェライト磁芯のリッツ線使用時と同程度の磁芯損失値が得られている。また、(c)、(d)の振幅比透磁率は、(f)の軟磁性金属粉末のみからなる磁芯の約2倍に増加している。

【0025】

【表3】

	磁芯構成	振幅比透磁率 μ_a	磁芯損失 P_c (kW/m ³)*	
			巻線線径 0.5φ単線	巻線線径 0.12φリッツ線
比較例	(a)	83.9	128.9	69.4
	(b)	290.2	58.2	54.2
本発明	(c)	146.0	67.8	59.0
	(d)	129.4	87.0	75.7
比較例	(e)	84.6	111.4	104.8
	(f)	65.5	146.8	148.5

* 磁芯損失: 100kHz, 50mT

【0026】表3の比較例(a)と本発明(c)を用いて実際のチョークコイル試作例を以下に示す。使用するEE形状磁芯用ボビンには0.5φ単線を87Ts巻くことができる。前記単線と断面積の等しい0.12φ×21本のリッツ線は、かさばるために同一のボビンに56Tsしか巻くことができない。比較例(a)にリッツ線を56Ts、本発明(c)に単線を87Ts巻線した時の直量重畳特性(インダクタンス-バイアス電流)のデータを図6に示す。本発明は、単線を使用でき巻数が増やせる結果、ほとんど全てのバイアス電流領域において従来構造の比較例よりも高いインダクタンスが得られている。

【0027】(実施例2) 粉体Aとして実施例1に使用したA-1を用いる。粉体BはFeにCu、Nb、B、Siを複合添加して水アトマイズ法により非晶質合金粉末を作製し、これを550℃で熱処理して約10nmの微結晶を析出させた粉末を分級して得られた微細粉末(B-2)を用いる。粉体B-2の粒度最頻値は6.7μmである。粉体Aと粉体Bの粒度最頻値の比率は7.9である。

【0028】実施例1と同様に、上記二種類の軟磁性金属粉末と無溶剤ワニスとを混合しトロイダル形状のケースに注型して硬化させた。磁気特性の評価結果を表4に示す。磁芯損失の低い超微結晶軟磁性合金粉末を使用したことにより、広い配合範囲で低い磁芯損失値が得られている。本実施例による軟磁性金属粉末成型磁芯を、実施例1と同様に日字型磁芯の中脚部分に使用することにより、透磁率が高く低損失の複合磁芯を構成することができる。

【0029】

【表4】

	試料 No.	粉体B 配合比 (vol%)	トロイダルコア特性			
			占積率 (%)	透磁率 μ_i	磁芯損失* P_c (kW/m ³)	飽和磁束密度 B_s (mT)
比較例	2-1	0	68.8	24.5	311	900
	2-2	10	71.4	29.5	245	930
本発明	2-3	20	74.1	39.4	198	980
	2-4	25	76.2	43.3	180	1010
	2-5	30	76.3	41.4	176	1010
	2-6	45	73.8	37.0	186	990
	2-7	60	71.9	32.0	222	980
	2-8	70	66.4	22.1	239	910
従来例	Fe-Al-Si 合金圧粉磁芯		69.7	92.0	230	900

* 磁芯損失: 100kHz, 50mT

【0030】(実施例3) 実施例1、2で述べたように、透磁率の低い軟磁性金属粉末磁芯を中脚部分に使用し、その他の部分に透磁率の高いフェライト磁芯を配置することにより、磁芯全体の透磁率は軟磁性金属粉末磁芯の約2〜3倍程度に増加する。粉末磁芯の成型方法にかかわらずこの効果は同様であり、生産性の良い射出成型法によって粉末磁芯を量産することができる。使用する粉末としては実施例1と同一の粉末(粉体A-1: 75vol%とB-1: 25vol%の混合物)を使用する。樹脂としては12ナイロンを使用し、粉末の占積率は76%とした。射出成型により得られた成型体からリングコアを切り出し、磁気特性を評価した。結果を表5に示す。

【0031】

【表5】

	試料 No.	粉体B 配合比 (vol%)	トロイダルコア特性			
			占積率 (%)	透磁率 μ_i	磁芯損失* P_c (kW/m ³)	飽和磁束密度 B_s (mT)
本発明	3-1	25	76.0	40.2	281	930
	従来例	Fe-Al-Si 合金圧粉磁芯	69.7	92.0	230	900

* 磁芯損失: 100kHz, 50mT

【0032】次にこの射出成型磁芯を用いて日字型の複合磁芯を作製した。磁芯寸法等の作製要領は実施例1と同様であり、射出成型磁芯から日字磁芯の中脚部分を切り出し、図3(c)に示す構造の磁芯を試作した。磁芯損失の評価結果を表6に示す。実施例1に比べれば磁芯損失の値は劣化しているものの、単線巻線の場合には(a)のフェライト磁芯よりも低い磁芯損失値が得られている。

【0033】

【表6】

	磁芯構成	振幅比透磁率 μ_a	磁芯損失 P_c (kW/m ³)*	
			巻線線径 0.5φ単線	巻線線径 0.12φリッツ線
比較例	(a)	83.9	128.9	69.4
	(c)	128.2	102.5	87.2

* 磁芯損失: 100kHz, 50mT

【0034】（実施例4）また、中脚部分に用いる軟磁性金属粉末磁芯を生産性の良いプレス成型法により作製できる。使用粉末は実施例1記載のA-1を単独で用いる。乳鉢中に粉体A-1と結合材としてのポリイミドワニスを所定量入れて混合し、60メッシュのフルイを通して造粒した。上記結合材の添加量はワニスの溶媒乾燥後の固形分が重量比で粉末100部に対し1.0部となるように定めた。更に造粒粉末100部に対して潤滑材としてステアリン酸亜鉛を0.3部を添加混合した。次に前記粉末を金型中に入れ、成型圧力 15×10^8 Paで加圧成型した。成型体は $470^\circ\text{C} \times 60$ 分で熱処理した後、トロイダル形状の磁芯を切り出し巻線して磁気特性を測定した。結果を表7に示す。

【0035】

【表7】

	試料No.	トロイダルコア特性			
		占積率 (%)	透磁率 μ	磁芯損失 P_c (kW/m ³)	飽和磁束密度 B_s (mT)
本発明	4-1	80.5	53.2	142	1040
従来例	Fe-Al-Si 合金圧粉磁芯	89.7	92.0	230	900

* 磁芯損失：100kHz, 50mT

【0036】次にこのプレス成型磁芯を用いて日字型の複合磁芯を作製した。磁芯寸法等の作製要領は実施例1と同様であり、プレス成型磁芯から日字型磁芯の中脚部分を切り出し、図3(c)に示す構造の磁芯を試作した。磁芯損失の評価結果を表8に示す。磁芯損失の低い軟磁性非晶質合金圧粉磁芯を中脚部分に使用することにより、リッツ線巻線時の(a)のフェライト磁芯よりも低い磁芯損失値が単線巻線で得られている。

【0037】

【表8】

	磁芯 構成	振幅比透磁率 μ	磁芯損失 P_c (kW/m ³) *	
			巻線線径 0.5φ単線	巻線線径 0.12φ177線
比較例	(a)	83.9	128.9	69.4
本発明	(c)	162.5	56.2	50.0

* 磁芯損失：100kHz, 50mT

【0038】前述の射出成型磁芯又はプレス成型磁芯を日字型磁芯の中脚部分に使用する際の問題点は、焼結フェライト磁芯の寸法バラツキが大きいことである。射出成型磁芯とプレス成型磁芯の寸法バラツキは磁芯寸法にかかわらず ± 0.1 mm以下の寸法精度内に収まるが、プレス成型後に焼結するフェライト磁芯は磁芯寸法の $\pm 1.0 \sim \pm 1.5\%$ 程度の寸法精度しか保証されない。中脚磁芯とフェライト磁芯の間に隙間が生じた場合、この隙間はエアギャップとして働き、磁芯全体の透磁率は急減してしまう。

【0039】この問題を解決するためには、透磁率の高い接着剤を用いて各磁芯を接合してこの隙間を埋めてやればよい。この接着剤は、例えば軟磁性金属粉末をエポ

キシ樹脂等に混合することにより容易に作製することができる。使用金属粉末としては、実施例1に述べたように、粗粉Aと微細粉Bを組み合わせることにより、粉末占積率を上げ透磁率を高くすることが望ましい。

【0040】（実施例5）実施例1に使用した粉体を用い、粉体A-1：100vol%と粉体A-1：75vol%、B-1：25vol%の二種類の配合粉末を準備し、各配合粉末に液状エポキシ樹脂を混合し、スラリー状になるまで添加した。該スラリーをトロイダル型ケースに注型して硬化させ磁気特性を測定した。結果を表9に示す。

【0041】

【表9】

	試料 No.	粉体B 配合比 (vol%)	トロイダルコア特性			
			占積率 (%)	透磁率 μ	磁芯損失 P_c (kW/m ³)	飽和磁束密度 B_s (mT)
本発明	5-1	0	61.8	19.7	416	800
	5-2	25	70.5	32.0	330	860

* 磁芯損失：100kHz, 50mT

20 【0042】次に上記二種類のスラリーを接着剤として用い、磁芯間の隙間を埋めた時の磁芯全体の透磁率変化について測定した。実施例4で用いたプレス成型による中脚磁芯使用の構成で、該粉末成型磁芯磁芯からなる中脚の長さを0.5mm削り、フェライト磁芯と組み合わせ、意図的にギャップ0.5mmを有す複合磁芯としてB-Hアナライザーにて透磁率を測定した。次に表9の本発明5-1、5-2の接着剤を用いてこの隙間を埋め、接着剤硬化後に透磁率を測定した。結果を表10に示す。ギャップ0.5mm形成により振幅比透磁率は急低下するが、前記ギャップを透磁率の高い材料で埋めることにより、磁芯全体の振幅比透磁率を元の値（ギャップ形成前）に近い値にまで回復させることができた。

30

【0043】

【表10】

	磁芯構成	振幅比透磁率 μ
比較例	ギャップ形成前	162.5
	ギャップ0.5mm形成後	56.0
本発明	ギャップを本発明5-1で埋める	163.9
	ギャップを本発明5-2で埋める	159.8

【0044】本発明の複合磁芯は、図3(c)、(d)に示す構成であり、図7に示す図3(c)と(d)の中間構成も本発明の複合磁芯に含まれる。また、実施例で記載した複合磁芯形状はEE型からなる日字型形状であるが、EI、EER、EIR、PQ、RM、EPC、LP等からなる日字型形状であれば、本発明の複合磁芯とすることにより本発明の実施例と同様の効果が得られる。

【0045】

【発明の効果】本発明は、フェライトからなる日字型磁

50

11

芯の中脚部分を軟磁性金属粉末磁芯で構成することにより、前記磁芯全体としての飽和磁束密度が上がり、直流重畳特性に対する透磁率の低下を向上させた。また、従来フェライト磁芯に設けられていたギャップに代わり、上記磁芯中脚を軟磁性金属粉末磁芯で構成することにより、磁芯の漏れ磁束によって発生していた巻線に発生する渦電流損失が低減し、更に、軟磁性金属材料はフェライト材に比べ高飽和磁束密度を有するため、中脚の断面積の削減が図れる。このため巻線部分の巻線巻棒面積が広くなり、巻線の巻回数が増大されるので、該磁芯を使用したインダクタの損失が抑えられ、インダクタンス値の増大を可能とするものである。

【0046】また本発明の複合磁芯は、粉末成型磁芯とフェライト磁芯の接合部に発生する隙間を、本発明の明細書に記載する軟磁性金属粉末を樹脂と混合してなる接着剤で埋めることで、複合磁芯としたとき特性劣化の一因である透磁率低下を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

12

【図1】本発明の複合磁芯に係る実施例1の粉末Aの粒度分布

【図2】本発明の複合磁芯に係る実施例1の粉末Bの粒度分布

【図3】本発明の複合磁芯に係る日字型複合磁芯の構成図

【図4】本発明の複合磁芯に係る日字型複合磁芯の作製例

【図5】本発明の複合磁芯に係る日字型複合磁芯の直流重畳特性図

【図6】本発明の複合磁芯に係る日字型複合磁芯を用いたインダクタの直流重畳特性図

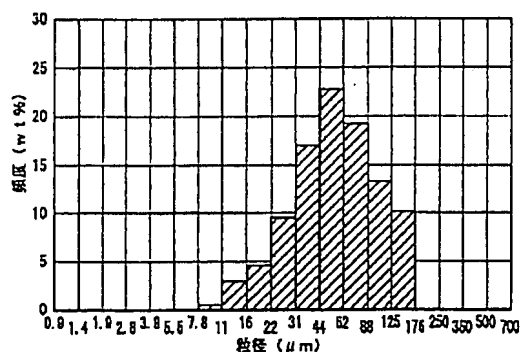
【図7】本発明の複合磁芯に係る別の日字型複合磁芯実施例

【符号の説明】

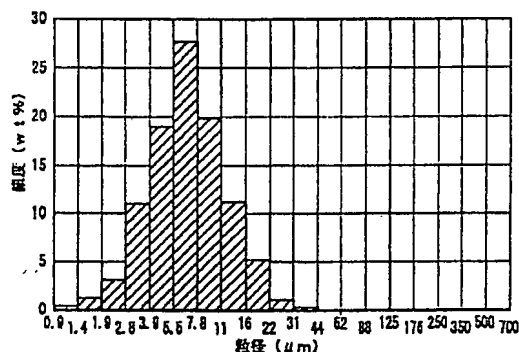
13 フェライト磁芯

14 軟磁性金属粉末成型磁芯

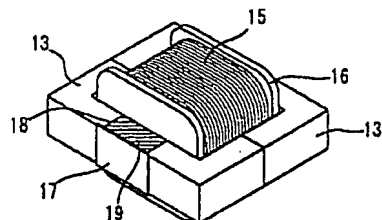
【図1】



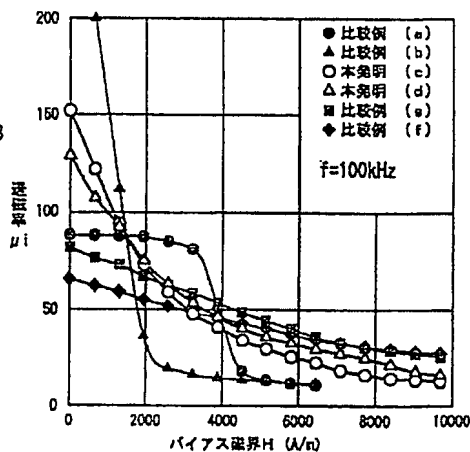
【図2】



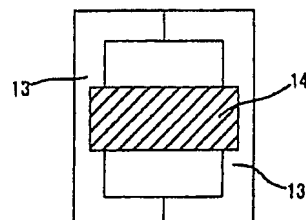
【図4】



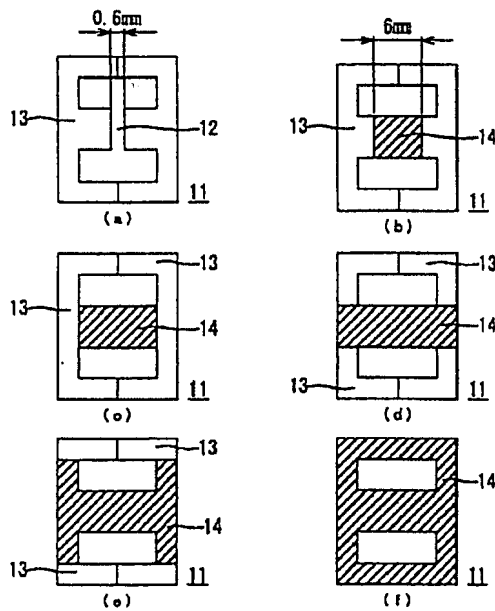
【図5】



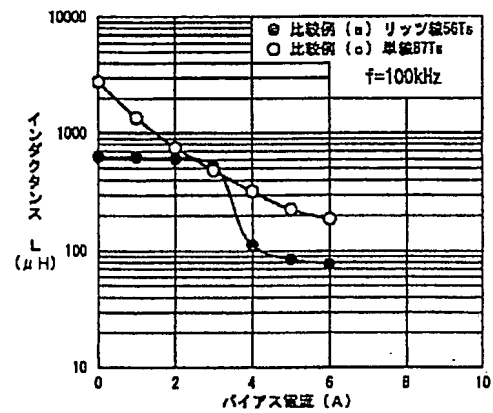
【図7】



【図3】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 F 3/08

H 0 1 F 41/02

C

27/24

D

41/02

B 2 9 C 45/00

D

// B 2 9 C 45/00

C

Fターム(参考) 4F206 AA49 AC04 AE04 AH33 JA07

JF02 JL02

4K018 AA25 BA15 BB06 BB07 CA11

CA29 CA33 GA04 KA43

5E041 AA04 AA11 AA19 AB02 AB19

BB03 BD03 CA02 HB05 NN17

5E062 AA02 AA09

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11074125
 PUBLICATION DATE : 16-03-99

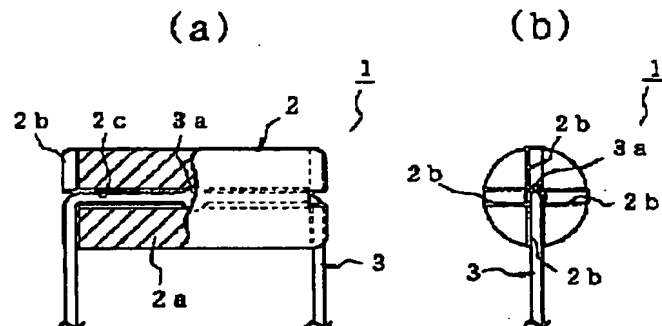
APPLICATION DATE : 29-08-97
 APPLICATION NUMBER : 09233971

APPLICANT : FUJI ELELCTROCHEM CO LTD;

INVENTOR : SUZUKI MUTSUO;

INT.CL. : H01F 17/06

TITLE : BEAD INDUCTOR



ABSTRACT : **PROBLEM TO BE SOLVED:** To simplify the manufacturing process of a bead inductor and thereby improve its reliability as a product.

SOLUTION: At both the ends of a ferrite core 2, grooves 2b extend radially. By providing an enlarged diameter portion 3a with a lead 3, the lead 3 is fixed into the core 2 in such a manner that the portion 3a is fitted into a center hole 2c of the core 2 and that both end portions of the lead 3 are bent and engaged with the grooves 2b. As a result, no adhesive is needed for fixing the lead 3 into the core 2, so that an adhesion step and a curing step can be dispensed with. Further, the portion 3a of the lead 3 comes in contact with the hole 2c at a predetermined pressure, thereby preventing the core 2 from playing. Furthermore, the lead 3 engages with the grooves 2b of the core 2, thereby restricting the rotation of the core 2.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO